

DIALOG(R)File 352:DERWENT WPI

(c)1998 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

007509618

WPI Acc No: 88-143551/198821

XRAM Acc No: C88-064067

XRPX Acc No: N89-240616

Machining using light beam - by expanding pulse laser beam of specified wavelength to rectangular shape with large area, etc. NoAbstract Dwg 0/3

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (SEME)

Inventor: SHINOHARA H; SUGAWARA A

Number of Countries: 004 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
JP 63084789	A	19880415	JP 86229252	A	19860926		198821 B
US 4861964	A	19890829	US 8797190	A	19870916		198944
CN 8706576	A	19880518				198925	
KR 9006586	B	19900913				199139	
US 33947	E	19920602	US 8797190	A	19870916	B44C-001/22	199225
			US 88188766	A	19880503		
			US 90608397	A	19901102		
JP 93063274	B	19930910	JP 86229252	A	19860926	B23K-026/06	
							199340
US 5708252	A	19980113	US 8797190	A	19870916	B23K-026/06	
							199809
			US 88288186	A	19881222		
			US 90626419	A	19901214		
			US 92891907	A	19920601		
			US 93169127	A	19931220		
			US 96589341	A	19960122	T	

Priority Applications (No Type Date): JP 86229252 A 19860926

Patent Details:

Patent	Kind	Lan	Pg	Filing	Notes	Application	Patent
JP 63084789	A		7				
US 33947	E		7	Div ex		US 8797190	
				Div ex		US 4861964	
				Reissue of		US 4865686	
JP 93063274	B			Based on		JP 63084789	
US 5708252	A		14	CIP of		US 8797190	
				Cont of		US 88288186	
				Cont of		US 90626419	
				CIP of		US 92891907	
				Div ex		US 93169127	
				CIP of		US 4861964	

Abstract (Basic): JP 63084789 A

The laser scribing system consists of a laser beam expander for expanding a laser beam emitted from an eximer laser, An obturating device removes a border portion from the expanded laser beam and a convex lens for focusing the laser beam passing through the obturating device.

The distance between the obturating device and the convex lens is shorter than the focal length of the convex lens. A device holds a substrate to be treated, away from the convex lens a distance approximately equal to the focal length of the convex lens.

USE - Manufacture of superconducting coil or semiconductor devices. (First major country equivalent to J63084789)

Dwg.1/4

Title Terms: MACHINING; LIGHT; BEAM; EXPAND; PULSE; LASER; BEAM; SPECIFIED; WAVELENGTH; RECTANGLE; SHAPE; AREA; NOABSTRACT

Derwent Class: M23; P55; P78; U11; U14; V08; X12; X24

International Patent Class (Main): B23K-026/06; B44C-001/22

International Patent Class (Additional): C03C-015/00; C03C-025/06; H01S-003/10

File Segment: CPI; EPI; EngPI

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-84789

⑮ Int.Cl.⁴
B 23 K 26/06

識別記号 庁内整理番号
E-7920-4E

⑭ 公開 昭和63年(1988)4月15日

審査請求 有 発明の数 1 (全5頁)

⑬ 発明の名称 光加工方法

⑰ 特 願 昭61-229252

⑱ 出 願 昭61(1986)9月26日

⑲ 発 明 者 篠 原 久 人 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社 半導体エネ ルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地

明 細 書

1. 発明の名称

光加工方法

2. 特許請求の範囲

1. 400 nm以下の波長のパルスレーザー光を光学系にて大面積かつ長方形にビームエキスパンドを行った後、長方形の短辺方向をより狭めるようにスリットを配設した後にシリンジカルレンズに前記狭められたレーザー光を導入してより巾が狭くなるように集光したレーザー光を被加工面に照射することにより、前記加工面上に線状の開溝を形成することを特徴とする光加工方法。
2. 特許請求の範囲第1項において、被加工面は基板上の透光性導電膜であることを特徴とする光加工方法。
3. 特許請求の範囲第1項において、パルスレーザー光は50 ns以下のパルス巾を有するエキシマレーザー光が用いられたことを特徴とする光加工方法。

3. 発明の詳細な説明

「産業上の利用分野」

本発明は、太陽電池、ディスプレイ装置等に用いられる透光性導電膜のフォトレジストを用いることなく、線状の紫外光による直接描画を行う選択加工法に関する。

「従来技術」

透光性導電膜のフォトレジストを用いることのない光加工に関し、レーザー加工技術としてYAGレーザー光(波長1.06 μm)法が主として用いられている。

この波長によるレーザー加工方法においては、スポット状のビームを被加工物に照射するとともに、このビームを加工方向に走査し、点の連続の鎖状に開溝を形成せんとするものである。そのため、このビームの走査スピードと、加工に必要なエネルギー密度とは、被加工物の熱伝導度、昇華性に加えて、きわめて微妙に相互作用する。そのため、工業化に図しての生産性を向上させつつ、最適品質を保証するマージンが少ないという欠点を有す

る。更に、そのレーザ光の光学的エネルギーが1.23 eV (1.06 μm) しかない。他方、ガラス基板または半導体上に形成されている被加工物、例えば透光性導電膜(以下CTF という)は3~4eVの光学的エネルギーバンドを有する。このため、酸化スズ、酸化インジウム(ITOを含む)、酸化亜鉛(ZnO)等のCTFはYAGレーザ光に対して十分な光吸収性を有していない。また、YAGレーザのQスイッチ発振を用いるレーザ加工方式においては、パルス光は平均0.5~1W(光径50 μm 、焦点距離40mm、パルス周波数3KHz、パルス巾60n秒の場合)の強い光エネルギーを走査スピードが30~60cm/分で加えて加工しなければならない。その結果、このレーザ光によりCTFの加工は行い得るが、同時にその下側に設けられた基板、例えばガラス基板に対して、マイクロクラックを発生させ、損傷させてしまった。

「発明の解決しようとする問題」

このYAGレーザを用いた加工方式では、スポット状のビームを繰り返し走査しつかえるため、

~50 μm のビームスポットではなく、20~200 μm の巾(例えば150 μm)、長さ10~60cm(例えば30cm)の線状のパターンに同一箇所に1つまたは数回のパルスを照射し、線状のパターンに加工する。かくの如く、本発明に示される400nm以下の波長のパルス光(パルス巾50n秒以下)を線状に照射することにより、CTFでの光エネルギーの吸収効率をYAGレーザ(1.06 μm)の100倍以上に高め、結果として加工速度を10倍以上に速くしたものである。

さらに初期の光として、円状でかつ光強度がガウス分布をするYAGレーザではなく、本発明はエキシマレーザ光を用いる。このため、初期の光の照射面は矩形を有し、またその強さも照射面内で概略均一である。このため光の巾を広げるいわゆるビームエキスパンダで長方形で大面積化する。その後、その一方のXまたはY方向にそって筒状の棒状レンズ即ちシリンドリカルレンズにてスリット状にレーザ光を集光する。しかしこの集光を50 μm 以下にするには、このシリンドリカルレン

下地基板に発生する微小クラックは、レーザ光の円周と類似の形状を有し、「鱗」状に作られてしまった。

また、YAGレーザのQスイッチ発振を用いる方式はそのレーザビームの尖頭値の出力が長期間使用においてバラツキやすく、使用の度にモニターでのチェックを必要とした。

更に、10~50 μm 巾の微細パターンを多数同一平面に選択的に形成させることがまったく不可能であった。また、照射後、加工部のCTF材料が十分に絶縁物化していないため、酸溶液(弗化水素系溶液)によりエッチングを行わなければならなかった。

本発明は、本発明人の出願になる「特願昭59-211769(昭和59年10月8日出願)光加工方法」をさらに改良したものである。

「問題を解決するための手段」

本発明は、上記の問題を解決するものであり、その照射光として、400nm以下(エネルギー的には3.1eV以上)の波長のパルスレーザを照射し、20

ズ(棒状集光レンズ)の球面収差が無視できなくなる。このため、集光された光の周辺部にガウス分布に従った強度の弱くなる領域が発生する。そのため、線の端部のきれが明確でなくなる。加えて10~30 μm 例えば20 μm の巾の線状の開溝を作ることにはさらに不可能になる。このため、本発明においてはシリンドリカルレンズにレーザ光を入射する前にスリットを通し、シリンドリカルレンズの球面収差が無視できる巾に入射をしばった後シリンドリカルレンズにて集光し、10~30 μm 巾でかつ端部のきれの明確なレーザビームを照射できるようにした。

その結果、このスリットにより、例えば球面収差の影響のない20 μm ×30cmの極細の開溝パターンをその周辺部のエッジを明確にして作り得る。またパターンの一部をこの場合、100 μm までの範囲で太めの巾にすることも可能となる。

「作用」

1回または数回のパルス光を同じ個所にスリットを通して照射することにより、線状の開溝を10

～60 μ m例えば30 μ mの長さにならって加工し、かつ開溝巾を球面収差の無視できる10～30 μ mの極細の形状に作り得る。またYAG レーザ光のQスイッチ方式ではなく、パルス光のレーザ光を用いるため尖鋭値の強さを精密に制御し得る。

結果として下地基板であるガラス基板に対し、損傷を与えることなく被加工物例えばCTF のみのスリット状開溝の選択除去が可能となり、同時にマスクと被加工物との間を真空、クリーンエアまたは窒素を注入することにより、被加工物のレーザ光照射により生じる飛翔物を下方向に積極的に落下せしめ、防ぐことができる。

また開溝を形成した後の被加工部に残る粉状の残差物は、アルコール、アセトン等の洗浄液による超音波洗浄で十分除去が可能であり、いわゆるレジストコート、被加工物のエッチング、レジスト除去等の多くの工程がまったく不要となり、かつ公害図料の使用も不要となった。

加えて、スリットはレーザ光を集光する前に光学系に組み込まれているため、レーザ光によるス

リットの損傷がほとんどない。また、スリットの間隔に対する機械的加工精度はそれほどきびしい必要はなく、シリンドリカルレンズにて集光されることによりビームの形状が決定されるものである。

「実施例1」

第1図にエキシマレーザを用いた本発明のレーザ加工の系統図を記す。エキシマレーザ(1)(波長248 nm, $E_g = 5.0\text{eV}$)を用いた。すると、第2図(A)のように、初期の光ビーム(20)は16mm \times 20mmを有し、効率3%であるため、350 mJを有する。さらにこのビームをビームエキスパンダ(2)にて長面積化または大面積化した。即ち、16mm \times 300mmに拡大した(第2図(21))。この装置に $5.6 \times 10^{-2}\text{mJ/mm}^2$ をエネルギー密度で得た。

次に2mm \times 300mmの間隔を有するスリット(3)にレーザビームを透過させて2mm \times 300mmのレーザビーム(22)を得る。(第2図(C))

更に、合成石英製のシリンドリカルレンズ(4)にて加工面での開溝巾が20 μ mとなるべく集光し

た。(第2図(D))この時使用するスリットの巾は特に決まっていらないが、シリンドリカルレンズの球面収差が影響しない程度にレーザビームをしぼる必要がある。また、被加工物の開溝巾はシリンドリカルレンズの性能により任意に選択可能である。

第3図に示すように、長さ30cm、巾20 μ mのスリット状のビーム(23)を基板(10)上の被加工物(11)に線状に照射し、加工を行い、開溝(5)を形成した。

本実施例の場合、被加工面として、ガラス上の透明導電膜($E_g = 3.5\text{eV}$)を有する基板(10)に対して、エキシマレーザ(Questec Inc. 製)を用いた。

パルス光はKrF エキシマレーザによる248nmの光とした。なぜなら、その光の光学的エネルギーバンド巾が5.0eVであるため、被加工物が十分光を吸収し、透明導電膜のみを選択的に加工し得るからである。

パルス巾20 ns 秒、繰り返し周波数1～100Hz、例えば10Hz、また、被加工物はガラス基板上のCTF

(透光性導電膜)である酸化スズ(SnO_2)を用いた。

この被膜に加工を行うと、1回のみの線状のパルス光の照射で開溝(5つのCTF)が完全に白濁化され微粉末になった。これをアセトン水溶液にての超音波洗浄(周波数29KHz)を約1～10分行いこのCTFを除去した。下地のソーダガラスはまったく損傷を受けていなかった。

第2図は第1図におけるレーザビーム光の状態を解説したものである。即ち、レーザ光より照射された状態は第2図(A)の矩形(20)となる。これがエキスパンダにて長さ方向に拡大(21)され、第2図(B)を得る。さらにスリットによりレーザビームの短辺がより狭められる(22)。その後シリンドリカルレンズによりさらに短辺が集光され、第2図(D)に示すビーム形状(23)となる。

第3図は、基板上にスリット状のパルス光を照射し開溝(5, 6, 7...n)を複数個形成したものである。かくの如く1回のパルス光を照射するのみで1本の開溝を形成する。その後、Yテーブル(第1図(25))を例えば15mm移動し、次のパルス

(6) を加える。更に15mm移動し、次のパルス(7)を加える。かくしてn回のパルスを加えることにより、大面積に複数の開溝をn分割することにより成就した。

「実施例2」

水素または弗素が添加された非単結晶半導体(主成分珪素)上にITO(酸化スズが5重量%添加された酸化インジウム)を1000Åの厚さに電子ビーム蒸着法によって形成し被加工面とした。

この面を下面とし、真空下(真空度 10^{-3} torr以下)とし、本発明による400nm以下の波長のパルス光を加えた。波長は248nm(KrF)とした。パルス巾10n秒、平均出力2.3mJ/mm²とした。すると被加工面のITOは昇華し、下地の半導体が損傷することなく、この開溝により残ったITO間を絶縁化することができた。

その他は実施例1と同じである。

「効果」

本発明により多数の線状開溝を作製する場合、例えば15mm間隔にて20μの巾を製造すると10Hz/

パルスならば、0.8分で可能となった。その結果、従来のマスクアライン方式でフォトリソストを用いてパターンニングを行う場合に比べて、工程数が7工程より2工程(光照射、洗浄)となり、かつ作業時間を5分~10分とすることができて、多数の直線状開溝を作る場合にきわめて低コスト、高生産性を図ることができた。

即ち、本発明は被加工面より十分離れた位置にスリットを配設して用い、かつ被加工面上に密着してフォトリソストを用いない方式であるため、スリットの寿命が長い。フォトリソストのコート(塗布)、ブリーク、露光、エッチング、剥離等の工程がない。

本発明で開溝と開溝間の巾(加工せずに残す面積)が多い場合を記した。しかし光照射を隣合させて連結化することにより、逆に例えば、残っている面積を20μ、除去する部分を400μとすることも可能である。

また、本発明の光学系において、ビームエキスパンダと被加工面との間に光学系をより高精度と

するため、インテグレータ、コンデンサレンズおよび投影レンズを平行に挿入してもよい。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の光加工方法の概要を示す。

第2図は光のパターンの変化を示す。

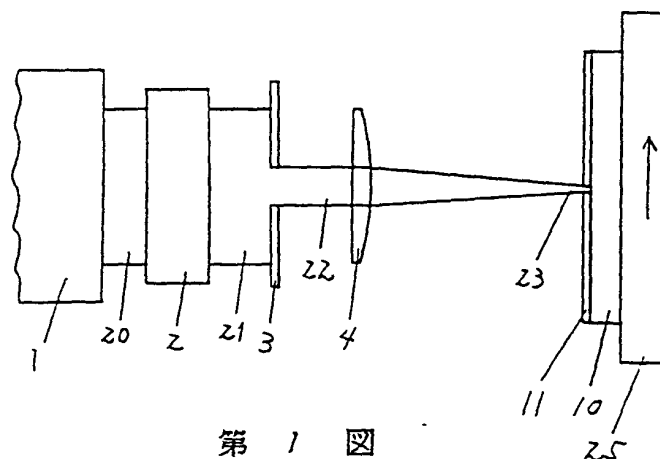
第3図は開溝の基板上での作製工程を示す。

特許出願人

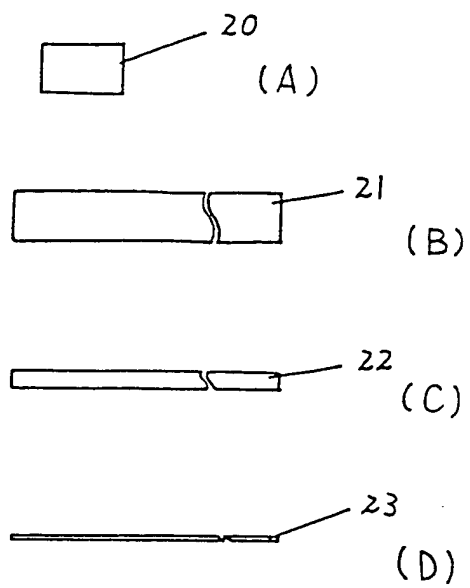
株式会社半導体エネルギー研究所

代表者

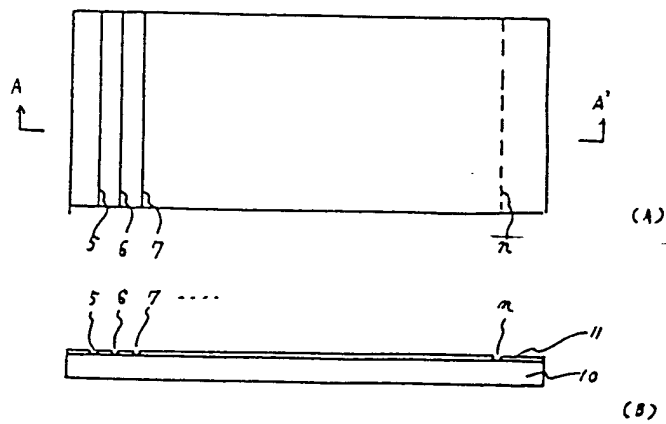
山崎 昇 平



第 1 図



第 2 図



第 3 図